Die mechanischen Eigenschaften des Prothesenwerkstoffs Paladon im Vergleich zu Neo-Hekolith und Zahnkautschuk

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung
der zahnärztlichen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

ROLAND BAUMANN
Zahnarzt
aus Frankenthal/Pf.

1939

Dissertationsdruckerei F. W. Kalbfleisch, Gelnhausen

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.

Dekan: Professor Dr. V. Schmieden

Referent: Professor Dr. C. Fritsch

Korreferent: Professor Dr. A. Kühn

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Wenn der Kautschuk in der Prothetik des abnehmbaren Zahnersatzes dominiert, so dürfte dies in erster Linie seiner leichten Verarbeitung und seiner Billigkeit zuzuschreiben sein, wobei auch die Gewöhnung an seine Verarbeitung nicht außer Acht gelassen werden darf. Von allen anderen an einen Prothesenwerkstoff zu stellenden Forderungen erfüllt er aber lediglich neben Billigkeit und leichter Verarbeitung nur noch die der Leichtigkeit der Reparatur und der Elastizität, während sämtliche anderen Forderungen, wie Geschmacklosigkeit, zahnfleischähnliches Aussehen, Transparenz, Unsichtbarkeit von Reparaturen u. s. w. nicht von ihm erfüllt werden. Man kann ihn also nicht als idealen Prothesenwerkstoff bezeichnen.

Das Bestreben der Prothetiker ging nun dahin, den Zahnersatz so herzustellen, daß er nicht den Eindruck des „künstlichen Gebisses" hervorruft, sondern so wirkt, daß man den Ersatz für „eigene Zähne" hält. Dies konnte aber mit Kautschuk nicht erreicht werden, und man griff deshalb zu den verschiedenartigsten Hilfsmitteln, die aber teils wegen der Preisfrage, teils wegen der Umständlichkeit ihrer Verarbeitung, keinen Eingang in die Sozialpraxis finden konnten.

Wie wenig sich z. B. die Metallplattentechnik eingeführt hat, zeigt eine Anfrage, die ich an ein Großstadtlaboratorium richtete. Von 100 Prothesen, die dort hergestellt worden sind, waren nur 1 Metallprothese, aber bereits 37 aus den verschiedensten Kunstharzen zur Ablieferung gelangt.

Mit der Entwicklung der Kunstharzchemie hielt auch das Kunstharz seinen Einzug in die Reihe der zahnärztlichen Prothesenwerkstoffe. Die ersten Ansätze zu seiner Verwendung lagen zu Beginn des Jahrhunderts, beeinflußt durch die Arbeiten des Amerikaners L. H. Bakeland, der damals das Bakelit auf den Markt brachte. Dieses Material konnte sich aber als Prothesenmaterial nicht einführen, hauptsächlich wegen der Unmöglichkeit es zu reparieren. Als nun während des Krieges der Kautschuk knapp wurde, griff man den Gedanken, ihn durch Kunstharze zu ersetzen, wieder auf und versuchte es zunächst mit Zelluloid und später mit dem nicht feuergefährlichen Cellon. Aber auch dieser Ersatz hielt nicht das, was man sich von ihm versprochen hatte und er mußte wegen seiner Quellbarkeit und Auflösung im Spei-

chel bald ausscheiden. Am längsten konnte sich ein Fabrikat der Heko-Werke Berlin, das Hekolith halten, doch auch es hatte, wenn auch in geringerem Maße als Zelluloid und Cellon, den Nachteil der Quellbarkeit.

Nach dem Kriege kamen dann die Amerikaner mit dem Vinylharz unter dem Namen Resovin auf den Markt, das den an einen Prothesewerkstoff zu stellenden Forderungen zum Teil genügte.

Zunächst baute die deutsche Industrie auf den Erfolgen der Amerikaner auf und brachte einen Prothesenwerkstoff auf der Basis der polymerisierten Vinylverbindungen unter dem Namen Neo-Hekolith heraus. In der Folgezeit ging aber die deutsche Industrie ihre eigenen Wege und brachte Werkstoffe aus der Reihe der polymerisierten Acrylsäurederivate auf den Markt. Es handelt sich hier um Stoffe, die in die Reihe des Plexiglases gehören und unter dem Namen Paladon, Heliodon und Ginvigist verarbeitet werden.

Ich will nun im folgenden die Prothesenwerkstoffe Paladon und Neo-Hekolith-Transluzent im Latboratoriumsversuch in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften mit Zahnkautschuk vergleichen. Paladon und Neo-Hekolith-Transluzent wählte ich einmal, weil sie typische Vertreter ihrer Abstammung nach sind und zum anderen, weil sie in ihrer Verarbeitung grundlegend verschieden behandelt werden müssen. Hierbei muß ich erwähnen, daß Paladon in der Leichtigkeit seiner Verarbeitung ohne Sonderapparatur der Verarbeitung von Zahnkautschuk am nächsten kommt.

Seiner Zusammensetzung nach ist Paladon Meznacrylsäuremethylester. Das Pulver ist polymer, während die Flüssigkeit monomer ist und erst durch die Wärmeeinwirkung im Vulkanisierkessel polymerisiert wird.

Diesen Grundstoffen, die sich ohne weiteren Zusatz als spröde Materialien darstellen, wird zur Erhöhung ihrer Elastizität ein sogenannter Weichmacher beigegeben. Über die Art und die Zusammensetzung, sowie die quantitative Beimengung der Weichmacher ist von den Herstellerfirmen nichts zu erfahren. Leider haben aber alle diese Weichmacher die unangenehme Eigenschaft, daß sie die Wärmefestigkeit der Werkstoffe herabsetzen und zwar abhängig von der Menge der Beimengung. Sie sind also nicht in unbegrenzter Menge zusetzbar, sondern nur soviel, als es die Wärmefestigkeit erlaubt und nicht unter Werte sinkt, die praktisch im Munde auftreten können (50—60° C).

Paladon-Technik.

Das Stück wird direkt oder indirekt in das Oberteil der Küvette eingebettet. Um nun zu verhindern, daß während des Polymerisierens Wasserdampf in das Paladon eindringt und weißliche Verfärbung hervorruft, muß das ganze Modell mit Zinnfolie ausgekleidet werden (Stärke der Folie 0,03 mm). Hierbei verfährt man zweckmäßig wie folgt:

Bei oberen totalen Prothesen beginnt man mit der Zungenseite. Die Basis des Wachsmodelles wird zuerst mit entsprechend zugeschnittener Folie belegt, die mit Watte oder Zunder angedrückt wird. Hierauf rotiert man sie mit einem geeigneten Instrument faltenfrei an. Dabei ist zu beachten, daß die Folie mindestens 2 bis 3 Millimeter über den Zahnfleischrand hinaus an den Zähnen anliegt und etwa 1 cm über den rückwärtigen Wachsrand hinausragt. Die überstehende Folie wird dann mit der Schere in Abständen von ungefähr 1 cm eingeschnitten und hochgebogen, damit sie im Gegenguß festgehalten wird. Ebenso verfahre man auf der Lippen- und Wangenseite, die mit 3—4 Folienabschnitten belegt wird. Es ist darauf zu achten, daß die einzelnen Abschnitte mindestens 3 mm übereinanderragen und mit einem ganz dünn aufgetragenen Klebemittel aneinandergeklebt werden, damit ihre Lage fixiert ist. Hierauf stellt man den Gegenguß her.

Die Küvette muß beim Ausbrühen mindestens 5 Minuten lang im kochenden Wasser belassen werden, damit die Folie beim Öffnen der Küvettenteile nicht beschädigt wird. Alle Wachsreste und Wasserspuren müssen sorgfältig entfernt werden. Zeigen sich schadhafte Stellen in der Folie, so müssen diese mit kleinen Folienteilen ausgebessert werden. Gleichzeitig kontrolliere man noch einmal, ob die Folie überall gut anliegt. Das nunmehr stattfindende Belegen der Gaumenseite wird dadurch erleichtert, daß die Gipsunterlage ein faltenfreies Anpolieren der dünnen Folie gestattet. Auch hier muß die Folie $^1/_2$ bis 1 cm ringsum über das Modell hinausragen und kann leicht mit Klebemittel an einzelnen Stellen auf dem Gips fixiert werden.

Zum Anmischen von Paladon benötigt man einen Achat- oder Glasspatel, sowie eine Tasse oder ein dickwandiges kleines Trinkglas. Man schütte, je nach Größe des anzufertigenden Stückes, Paladonpulver in das Gefäß und tropfe solange Flüssigkeit zu, bis die Oberfläche des Pulvers restlos angefeuchtet ist. Dann mischt man mit einem Spatel solange, bis das Material eine gummiartige Konsistenz annimmt und sich glatt von dem Gefäß abhebt. Die Masse muß dann sofort in die Küvette eingebracht werden.

Die Küvette soll beim Stopfen möglichst kalt sein. Man legt zuerst die Hohlform an der Zahnreihe mit einem entsprechend geformten Stück aus und drückt mit dem Finger die Masse gut an. Die Gaumenfläche belegt man mit einem einzigen Stück gekneteter Masse. Bevor man die beiden Küvettenhälften zusammensetzt, legt man zum Zweck der Isolierung ein Cellophanblatt von der Größe des Küvettendurchmessers ein. Nun preßt man vorsichtig unter der Küvettenpresse, öffnet die Küvette noch einmal zur Kontrolle und entfernt das Cellophan. Den Überschuß schneidet man weg, oder man fügt nötigenfalls noch Masse zu.

Die Küvette wird nunmehr in den Vulkanisierapparat gebracht und bei kleiner Flamme innerhalb einer halben Stunde auf 130—135° C (Manometer) gebracht. Die Polerimerisation bei dieser Temperatur dauert eine halbe Stunde. Die Küvette kann dann in Wasser abgekühlt und geöffnet werden. Die Stücke werden genau wie Kautschuk ausgearbeitet. Nach dem Polymerisieren sind die Stücke völlig geruch- und geschmacklos.

Bei der Verarbeitung von Paladon ist die größte Sauberkeit geboten, da unedle Metalle und Metallsalze, aber auch Stoffe, die beim Zahnarzt häufig gebraucht werden (z. B. Phenole), die Polymerisation erheblich beeinträchtigen.

A. Untersuchung der mechanischen Eigenschaften.

Bei der Durchführung meiner Versuche legte ich die einschlägigen Bestimmungen der VDE Vorschrift 0302 zugrunde. Diese Vorschrift konnte allerdings in Bezug auf die Abmessungen nicht eingehalten werden, weil die vorgeschriebenen Probekörper zu groß sind, um die Proben nach den Methoden, die bei der Herstellung von Zahnersatz üblich sind, herstellen zu können. Daher wurden die Abmessungen verringert. Es wurde untersucht:

I. Härte des Werkstoffes (Brinell)
II. Belastung bis zum Bruch
III. Schlagbiegefestigkeit.

Weitergehend untersuchte ich:

IV. Dauerbelastung innerhalb und außerhalb der Elastizitätsgrenzen.

I. Bestimmung der Härte (Brinel.)

Zur Bestimmung der Härte der Werkstoffe benutzte ich einen Apparat der Firma Losenhausen-Düsseldorf. Gemessen wurde mit einem Kugeldurchmesser von 5 mm, einer Belastung

von 50 kg, in der Zeiteinheit von 1 Minute. Die Umrechnung auf den cm² erfolgte nach der Formel:

$$H = \frac{P}{2r\pi h} = \frac{3{,}183}{h} \times 100 \text{ kg/cm}^2$$

wobei : P die Krafteinwirkung

r den Durchmesser der Stahlkugel

π die Konstante 3,14

h die Höhe des gemessenen Kugeleindrucks in mm bedeutet.

Eine mikroskopische Messung des Durchmessers des Eindrucks der Stahlkugel wurde nicht vorgenommen, sondern, wegen der Elastizität der Werkstoffe, eine mit dem Apparat gekoppelte Meßuhr verwandt.

Zur Untersuchung kam:

1. Kautschuk schwarz
2. Neo Hektolith Transluzent
3. Paladon.

Es wurden Messungen an verschiedenen Stellen der Prüfkörper ausgeführt.

Kautschuk schwarz

Nullwert	26	26	20	15,5
Kugeleindruck	56,5	55,5	49,5	44,5
h × 100	31,5 mm	30,5 mm	29,5 mm	29 mm
H	1010 kg/cm²	1043 kg/cm²	1080 kg/cm²	1095 kg/cm²

Mittelwert für Kautschuk schwarz H = 1057 kg/cm²

Neo Hekolith Transluzent

Nullwert	29	2,5	29	43
Kugeleindruck	59	35	57	71
h × 100	30 mm	32,5 mm	28 mm	28 mm
H	1060 kg/cm²	1095 kg/cm²	1135 kg/cm²	1135 kg/cm²

Nullwert	93	82,5	41	10
Kugeleindr.	123,5	114	68,5	40
h × 100	30,5 mm	31,5 mm	27,5 mm	30 mm
H	1043 kg/cm²	1010 kg/cm²	1155 kg/cm²	1060 kg/cm²

Mittelwert für Neo Hekolith Transluzent H = 1098 kg/cm²

Paladon				
Nullwert	93	16	92	2,5
Kugeleindr.	123	44,5	121,5	35
h × 100	30,5 mm	28,5 mm	29,5 mm	32,5 mm
H	1045 kg/cm²	1110 kg/cm²	1080 kg/cm²	980 kg/cm²

Nullwert	11	82,5	33
Kugeleindruck	40	114	62
h × 100	29 mm	31,5 mm	29 mm
H	1095 kg/cm²	1010 kg/cm²	1095 kg/cm²

Mittelwert für Paladon H 1064,5 kg/cm².

Aus den gefundenen Werten ergibt sich, daß die 3 untersuchten Werkstoffe ungefähr die gleiche Härte haben.

II. Belastung bis zum Bruch.

Zur Feststellung der Belastungshöchstgrenze benutzte ich Stäbchen von quadratischem Querschnitt (4 mm Kantenlänge) und 60 mm Länge. Diese Stäbchen legte ich auf 2 Schneiden, die einen Abstand von 40 mm hatten und belastete sie mit zunehmender Stärke, bis der Bruch erfolgte. Als Belastung benutzte ich eine geeichte Federwage, die an einem Stativ befestigt war und deren Feder ich mit einer Schraube spannte.

Zur Untersuchung kamen jeweils 4 Stäbchen von Kautschuk (schwarz, rot, rosa), Neohekolith Transluzent und Paladon.

K schwarz		K rot		K rosa		Neo Hekolith		Paladon	
9,3	10,5	8,9	10,3	3,9	—	9,1	10,8+	6,9	8,1
9,3	10,6	8,9	10,4	5,3	—	9,1	10,8+	—	6,5
9,4	10,4	8,9	10,4	2,8	—	9,1	10,8+	—	6,9
9,4	10,6	8,9	10,3	3,6	—	9,1	10,9+	6,9	9,1
9,75	10,5	8,9	10,35	3,9	—	9,1	10,82	6,9	8,65

Die Zahlen geben die Belastung in kg an, bei der die Stäbe brachen bezw. durchrutschten, sowie den Zeitpunkt des beginnenden Kaltfließens (Kurzversuch). Bemerkenswert ist, daß bei Neo Hekolith Transluzent kein Bruch erfolgte, sondern daß die Stäbchen bei der angegebenen Belastung (+) zwischen den Schneiden durchrutschten und bei Kautschuk rosa kein Kaltfließen festgestellt werden konnte.

Unter Kaltfließen versteht man den Zustand, in dem ein an und für sich elastischer Körper nicht mehr in seine Ursprungslage zurückkehrt, sondern seine durch die Belastung hervorgerufene Form beibehält. Bei meinem Versuch ergab sich, daß die Werte des Hekolith Transluzent mit denen des schwarzen Kautschuks praktisch übereinstimmen, während die Werte für Paladon zwischen den Werten von rosa und rotem Kautschuk liegen und ziemliche Streuungen aufweisen.

III. Schlagbiegeversuch.

Zur Feststellung der Schlagbiegefestigkeit wurde eine Pendelschlagwerk der Firma L. Schopper-Leipzig mit einem maximalen Arbeitsinhalt von 60 cm/kg benutzt. Untersucht wurden zunächst wieder Stäbchen von 4 mm Kantenlänge und 60 mm Länge. Die Durchgangsöffnung für das Pendel war 40 mm.

Bei diesem Versuch schlägt ein Pendelhammer nach dem Charpy'schen Prinzip mit einem maximalen Arbeitsinhalt von 60 cm/kg auf den zu untersuchenden Prüfstab. Nach dessen Durchschlagen wird der negative Ausschlagwinkel des Pendels durch einen mitgenommenen Zeiger gemessen, der in der größten Amplitude des negativen Ausschlagwinkels arretiert wird. Hieraus bestimmt sich die verbrauchte Schlagarbeit und hieraus wieder die spezifische Schlagarbeit nach der Formel: $S = \frac{V}{Q}$

wobei: V die verbrauchte Schlagarbeit
Q den cm²-Durchmesser der Probestäbchen
bedeutet.

Es ergaben sich für:

Kautschuk schwarz	33,9 cmkg/cm²
Kautschuk rot	30,35 cmkg/cm²
Kautschuk rosa	4,59 cmkg/cm²
Neo Heko Transluzent	14,6 cmkg/cm²
Paladon	6,35 cmkg/cm²

Da mir aber die Pendelkraft von 60 cmkg für dieses Stäbchen zu hoch erschien, stellte ich mir Stäbchen von 7,5×5×70 mm her. Entgegen der Schubert'schen Methode wurden diese Stäbchen aber nicht in Metallformen, sondern in Gipsformen hergestellt, um die gleichen Bedingungen zu haben, wie sie der Praktiker bei der Herstellung seiner Prothesen hat. Die Durchgangsöffnung für das Pendel blieb 40 mm. Hierbei ergaben sich für Paladon:

	Querschnitt	Q	V	S
Stäbchen 1	7,45×5,75 mm	42,8 mm²	2,0 kgcm	3,98 cmkg/cm²
„ 2	7,56×5,0	37,38	2,0	5,39
„ 3	7,69×4,76	36,3	1,6	4,40
„ 4	7,60×5,55	41,6	4,3	10,15
„ 5	7,65×4,68	35,4	3,4	9,60
„ 6	7,60×4,72	35,9	3,6	10,0
„ 7	7,50×5,55	41,6	3,3	7,92
„ 8	7,82×4,67	36,22	2,0	5,52
				6,0

Es zeigt sich, daß die Werte bei größeren Ausmaßen der Prüfkörper sich nicht änderten, sondern die gleichen Werte ergaben, wie die 4×4×60 mm-Stäbchen.

IV. Dauerbelastung.

a. Zur Dauerbelastung innerhalb der Elastizitätsgrenzen wurde die gleiche Versuchsanordnung wie zur Belastung bis zum Bruch benutzt. Als Belastung wurde 1 kg gewählt; die Dauer der Krafteinwirkung war 24 Stunden. Zur Beobachtung wurde ein Meßfernrohr benutzt.

Nach der Einwirkung der Belastung gingen die Stäbchen wieder in ihre alte Lage zurück.

b. außerhalb der Elastizitätsgrenze.

Hierauf belastete ich ein Paladonstäbchen und ein Neo Hekolithstäbchen mit je 5 kg. Während das Paladonstäbchen nach 24 Stunden der Belastung sich 1,1 mm durchgebogen hatte und nach Entfernung der Belastung um 0,7 mm wieder zurückging, bog sich das Neohekolithstäbchen stetig durch und war nach 24 Stunden gebrochen. An den Bruchstellen waren deutlich Materialermüdungserscheinungen zu sehen; an dem Paladonstäbchen konnte außer der Durchbiegung von 0,4 mm nichts beobachtet werden.

V. Wärmefestigkeit (Martensofen).

Die Werte für die Wärmefestigkeit beruhen nicht auf eigenen Beobachtungen. Ich glaubte diese Werte ungeprüft übernehmen zu können, da sie in allen Prüfungsergebnissen, die bisher er-

schienen sind, vollkommen gleich angegeben werden. (Dr. L. Schubert Dr. F. Pabst, Dr. A. Sommerfeld):

Kautschuk schwarz	60° C
Neo Hekolith	69° C
Paladon	60—70° C.

Beim Erwärmen in einem Ofen, dessen Wärme langsam anstieg, beobachtete ich, daß Neo Hekolith Transluzent bei 165° C sich zu verfärben und aufzublähen begann, während Paladon selbst bei 200° C sich nicht veränderte. Diese Temperaturen werden allerdings beim Gebrauch einer Prothese nicht erreicht, wohl aber bei der Herstellung.

Abwägung der untersuchten Werkstoffe.

1. Verarbeitung. In der Technik der Verarbeitung sowie in Bezug auf Materialverluste sind große Unterschiede vorhanden. Keiner der Werkstoffe erreicht die Einfachheit der Verarbeitung von Kautschuk. Neo Hekolith dürfte, was die Zeitdauer der Verarbeitung anbetrifft, wohl am ungünstigsten abschneiden; zudem kann bei diesem Werkstoff nie kontrolliert werden, ob genügend Material vorhanden ist oder ob sich Zähne verpreßt haben. Außerdem muß bei diesem Werkstoff, um den notwendigen Preßdruck zu erzeugen, mit großem Materialüberschuß gearbeitet werden. Bei Paladon ist lediglich das Anrotieren der Folie umständlich, doch scheint die Herstellerfirma ein einfacheres Verfahren gefunden zu haben, das aber noch nicht bekanntgegeben wird, da die Versuche noch nicht genügend lange nachgeprüft werden konnten. Es soll mit diesem neuen Verfahren die Verarbeitung noch einfacher sein als mit Kautschuk, wovon ich mich durch eigenen Augenschein überzeugen konnte.

2. Brinellhärte: Bei allen 3 Werkstoffen ungefähr gleich hoch.

3. Biegefestigkeit. Die Biegefestigkeit von Kautschuk und Neo Hekolith Transluzent ist ungefähr gleich; geringer, aber offenbar nach den Erfahrungen der Praxis noch brauchbar ist die statistische Biegefestigkeit von Paladon.

4. Schlagfestigkeit. Bei Kautschuk sehr gut, bei Neo Hekolith Transluzent gut, bei Paladon gerade an der Grenze des noch Brauchbaren, wobei als Maß des Brauchbaren die Bewährung in der Praxis genommen wird.

5. Dauerbelastung. Bei geringen Belastungen innerhalb der Elastizitätsgrenzen verhalten sich Neo Hekolith und Paladon gleich, bei einer mittleren Belastung, die für den Kurzversuch noch

innerhalb der Elastizitätsgrenzen liegt, zeigt sich nach mehrstündigem Stehen, daß schon ein Kaltfließen eintritt. Bei einer Belastung von 5 kg ist bei Paladon dieses Kaltfließen weniger ausgeprägt als bei Neo Hekolith, bei dem nach 24 Stunden Bruch eingetreten war.

3. Toleranz gegen Wärme. Während die untere Grenze der Wärmeempfindlichkeit dicht zusammenliegt, ist Neo Hekolith gegen höhere Wärmegrade äußerst empfindlich und reagiert schon bei 165° C mit einer intensiven Braunfärbung, während Paladon bei 200° C keinerlei Färbungen zeigte.

B. Klinische Erfahrungen.

In der Zeit von einem halben Jahre stellte ich 24 Paladonprothesen her und zwar:

6 totaler Oberkieferersatz
6 totaler Unterkieferersatz
9 partieller Oberkieferersatz
3 partieller partieller Unterkieferersatz.

Von diesen Prothesen kam es erwartungsgemäß nur an den partiellen Unterstücken zum Bruch. Ich reparierte diese Sprünge, doch kam es stets erneut wieder zum Bruch (einmal an der gleichen Stelle, sonst an verschiedenen Stellen). Nach mehreren Brüchen ersetzte ich die Bügelteile durch Stahlbügel mit Netzverankerung, sodaß nur noch die Sattelteile aus Paladon waren. Seitdem werden die Prothesen anstandslos getragen.

Reparaturmöglichkeit.

Was die Frage der Reparaturen anbetrifft, so sei vorweg genommen, daß sie vollkommen unsichtbar sind. Über den Vorgang bei der Reparatur gehen die Meinungen noch auseinander. Professor Dr. C. Fritsch glaubt, daß das Paladon bei einem erneuten Einbringen in den Kessel wieder flüssig wird, wie er es in einem Versuch in der der DZW. 1939 Heft 7 beschreibt. Einen anderen Versuch hat die Herstellerfirma ausgeführt, in dem sie eine Reparatur mit weißgefärbtem Paladon machte. In Schwalbenschwänze wurden feine Sägeeinschnitte gemacht. Wenn nun ein erneutes Flüssigwerden des bereits polymerisierten Rosa-Paladon

erfolgt, dann muß mindestens der Übergang zwischen weiß und rosa verwaschen sein. Eine Untersuchung der Reparaturenstelle hat aber ergeben, daß sich weißes und rosa Paladon scharf abgegrenzt hat, daß also keine Verflüssigung eingetreten sein kann. Sicher ist, daß ein weitgehendes Plastischwerden eintritt, was eine Erfahrungstatsache bestätigt, daß bei Reparaturen, bei denen die Zinnfolie nicht genau an die nichtzureparierenden Zähne anrotiert worden ist, das Material an diese Stellen hinfloß und dann an anderen Stellen fehlte. Meiner Ansicht nach findet eine enge Verklebung statt. Dabei wirkt der monomere Bestandteil des Materials für die Reparatur auf dem polymeren Ester des bereits vorhandenen Prothesematerials als Lösungsmittel.

Biologische Verträglichkeit.

Bei der Auswahl der Patienten, für die ich Paladonprothesen im Rahmen dieser Arbeit ausführte, versuchte ich Patienten zu bekommen, die mit Kautschuk in Bezug auf seine Verträglichkeit mit der Mundschleimhaut Schwierigkeiten hatten. In den beiden Fällen, die mir zur Verfügung standen, traten Zahnfleischentzündungen, die sich beim Kautschukersatz sehr unangenehm bemerkbar gemacht hatten, nach Anfertigung von Paladonprothesen nicht wieder auf.

Diese Gewebsfreundlichkeit ist hauptsächlich dem Umstand zuzuschreiben, daß Paladon völlig porenfrei ist, sich daher auch keinerlei Speisereste an der Prothese festsetzen können. Ich beobachtete, daß Prothesen, die längere Zeit getragen worden sind, ihre glatte Oberfläche beibehalten hatten. Man kann die Gewebsfreundlichkeit des Paladon mit der des gebrannten Porzellans vergleichen.

Kosmetischer Effekt.

Die Farbe des Paladon ist durch die getüpfelte Verteilung des Farbstoffes opak und sehr zahnfleischähnlich. Nach der Politur wird der Eindruck von Blockzähnen vermittelt. Eine nachträgliche Farbänderung tritt bei exakter Verarbeitung (Folie!) nicht mehr ein.

Geschmack.

Wie von allen Patienten versichert wird, ist Paladon völlig geschmacklos. Der Geruch oder Geschmack der Acrylsäure macht

sich nach erfolgter Polymerisierung in keiner Weise mehr geltend. Durch die Porenfreiheit des Materials kommen auch Zersetzungsprodukte der Speisen für einen unangenehmen Geschmack oder Geruch nicht in Frage.

Saugeffekt.

Die Saugkraft von Paladonprothesen ist außerordentlich gut und übertrifft vielfach die von Kautschuk. Die Prothesen liegen der Schleimhaut genau an. Das genaue Anliegen und das Fehlen innerer Spannung hängt mit der Verarbeitungsweise des Paladon zusammen, das ja bereits plastisch in die Küvette eingebracht wird und erst bei der Polymerisation und nachfolgendem Abkühlen erstarrt. Erst jetzt geht es aus einem formlosen Körper in einen geformten über, während bei den Materialien wie Neo Hekolith und insbesondere Gingivist ein geformter Körper mehr oder weniger elastischer Art durch Erwärmung und hohen Druck in eine andere Form übergeführt wird. Hierbei ist es sehr leicht möglich, daß Spannungen im Material auftreten und daß nun die Prothese nicht genau der Schleimhaut anliegt.

Das geringe Gewicht des Materials unterstützt den Saugeffekt günstig, während es sich bei totalem Unterkieferersatz bei nicht ausgeprägtem Alveolarkämmen ungüstig auswirkt, sodaß in besonderen Fällen künstlich beschwert werden muß.

Verarbeitung mit Metall.

Durch die Einbringung des Prothesenwerkstoffes in die Küvette in knetbarer Konsistenz ist ein unbedingtes Fließen unter Klammerschwänze, in Retentionen, Lochzähne und um Crampons gewährleistet. Da weder eine Sulfid- noch eine Oxydbildung eintritt, bleibt der feste Zusammenhalt mit dem Metall auch in der Folgezeit gewahrt.

Auswertung der klinischen Erfahrungen.

1. Paledon ist ein Prothesenwerkstoff, aufgebaut auf der Polyacrylsäure.
2. Der Werkstoff ist leichter als Kautschuk oder Metall.
3. Prothesen aus Paladon haben eine sehr starke Saugkraft.
4. Paladon ist vollständig porenfrei, daher gewebsfreundlich.
5. Opake, zahnfleischähnliche Farbe.
6. Paladon kann wie Kautschuk ausgearbeitet werden. Der polierte Werkstoff behält seine Glätte auch nach längerem Tragen.

7. Reparaturen sind jederzeit mit einfachen Mitteln wie bei Kautschuk auszuführen. Die Farbe ändert sich bei erneutem Einbringen in den Kessel nicht. Reparaturen sind also unsichtbar.
8. Paladon kann direkt und indirekt gestopft werden. Durch die Möglichkeit des direkten Stopfverfahrens ist Sicherheit gegen Bißerhöhung, durch die Pressung mit Cellophan Sicherheit gegen Verpressen oder zu wenig Material gegeben. Sonderapparaturen sind nicht notwendig.
9. Indikation: obere Totalprothesen, obere Teilprothesen und untere Totalprothesen. Letztere bei erhaltenem Alveolarkamm ohne weitere Beschwerung, bei Alveolarkammschwund künstliche Beschwerung.
10. Preis: Durch die Verarbeitungsmöglichkeit ohne Sonderapparatur kann der Preis für Paladonprothesen innerhalb des Rahmens der Sozialpraxis gehalten werden. Bei genauem Arbeiten kann es keine oder nur sehr wenig Abfälle geben.

Schlußfolgerung.

Meine Untersuchungen haben ergeben, daß Paladon ein Prothesenwerkstoff ist, der durchaus geeignet ist, für zahnärztliche Prothesen innerhalb eines für diesen Werkstoff zugeschnittenen Rahmens. Wir können ihn unbedenklich für obere Totalprothesen, obere Teilprothesen, sowie für untere Totalprothesen (bei guterhaltenen Alveolarkämmen ohne weiteres, sonst mit Metalleinlage) verwenden, und er ist hier dem Zahnkautschuk sowohl in der Gewebsfreundlichkeit, als auch im zahnfleischähnlichen Aussehen und in der Saugkraft überlegen.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Carl Fritsch für die Überlassung des Themas, der *Degussa* für die freundliche Erlaubnis und Benutzung ihrer Laboratorien und insbesondere dem Leiter der zahnärztlichen Versuchsstation der Degussa, Herrn Dr. Spanner für seine Bemühungen, sowie den Firmen *Kulzer & Co.* Frankfurt am Main und dem *Heko-Werk* Berlin für die Überlassung von Literatur und Material meinen Dank sagen.

Literaturverzeichnis.

Fritsch, Karl, Prof. Dr.: Ein Beitrag zur Paladonfrage, DZW. 1939/7.

ders. : DZW. 1938/46.

Flohr, W., Dr.: 5-jährige praktische Erfahrungen mit Neo Hekolith, ZR.1938/40.

Keil, Alfred: Über Neo Hekolith.

Pabst, F., Dr.: Kunststofftaschenbuch.

Rehm, H., Dr. und Schilling, W., Dr.: Klinische Erfahrungen mit Neo Hekolith.

Reichenbach, E., Prof. Dr.: Die bisherigen Erfahrungen der Leipziger Klinik mit der Verwendung der Kunststoffe als Plattenprothesenmaterial, DZW. 1939/7.

Röhr, H.: Untersuchungen über das Verhalten neuerer zahnärztlicher Prothesenmaterialien im Vergleich zu Zahnkautschuk (Inaug.-Dissertation).

Selbach, Dr.: Etwas über Neo Hekolith, ZR. 1932/27.

Strack, R. R., Dr.: Biologische Wirkungen, beobachtet an neuen zahnärztlichen Prothesenwerkstoffen, DZW.1939/3 u. 4.

Schubert. L., Dr. habil. Hillfsmaterialien und Werkstoffe der Zahnärztlichen Prothetik im Lichte experimentell-physikalischer Untersuchungen, sowie ihre Nutzanwendung in der Praxis.

Sommerfeld, A. Dr.: Plastische Massen.

Lebenslauf.

Ich wurde geboren am 28. März 1908 zu Bad Dürkheim als Sohn des Rechtsanwalts Wilhelm Baumann und seiner Ehefrau Madeleine Roland. Nach Absolvierung der Oberrealschule Ludwigshafen studierte ich in Zürich, Frankfurt und Erlangen Rechtswissenschaft. Im Jahre 1933 wurde ich nach verschiedenen Ausbildungslehrgängen Ausbilder in den Geländesportschulen des Chefs des Ausbildungswesen der SA und verblieb dort bis die Auflösung der Organisation Chef AW im Januar 1935 erfolgte. Nach meiner Entlassung aus dem Verband des Chef AW studierte ich in Heidelberg Zahnheilkunde und bestand dort das Physikum. Nach der Vorprüfung studierte ich in Frankfurt am Main und legte dort im Herbst 1938 das zahnärztliche Staatsexamen ab. Seitdem bin ich als Assistent in der Praxis beschäftigt.

Roland Baumann.